

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 10 2014 104 572 A1** 2015.10.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 104 572.6**

(22) Anmeldetag: **01.04.2014**

(43) Offenlegungstag: **01.10.2015**

(51) Int Cl.: **B64D 43/02 (2006.01)**

G01P 1/07 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
51147 Köln, DE**

(74) Vertreter:

**Gramm, Lins & Partner Patent- und
Rechtsanwälte PartGmbB, 30173 Hannover, DE**

(72) Erfinder:

**Döhler, Hans-Ulrich, Dr.-Ing., 38112
Braunschweig, DE; Schmerwitz, Sven, Dr.-Ing.,
38102 Braunschweig, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

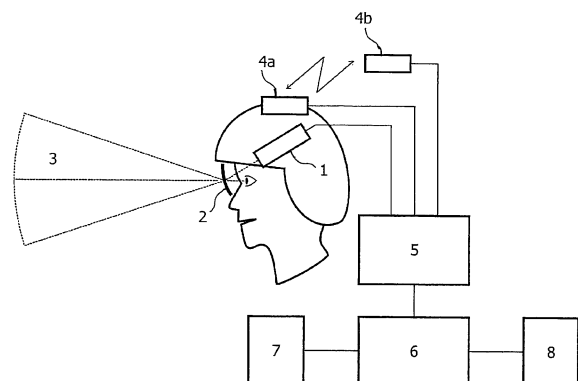
DE	39 30 862	A1
DE	10 2007 014 015	A1
DE	10 2008 023 040	A1
DE	10 2012 023 107	A1
DE	10 2013 206 714	A1
DE	698 05 839	T2
US	7 091 881	B2
US	7 965 202	B1
US	8 295 997	B2
US	2009 / 0 138 142	A1
EP	1 598 642	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Geschwindigkeitsanzeige**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur rechnergesteuerten Anzeige einer Geschwindigkeitsinformation, die die Bewegungsgeschwindigkeit eines beweglichen realen Objekts gegenüber seiner Umgebung repräsentiert, mittels eines Bildanzeigegeräts, wobei die Anzeige der Geschwindigkeitsinformation durch Erzeugung von einem oder mehreren visuell wahrnehmbaren sich bewegendem grafischen Mustern mittels des Bildanzeigegeräts erfolgt, wobei durch das eine oder die mehreren grafischen Muster die Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts qualitativ wiedergegeben wird. Die Erfindung betrifft außerdem eine Einrichtung zur rechnergesteuerten Anzeige einer Geschwindigkeitsinformation, ein Flugobjekt mit einer solchen Einrichtung sowie ein Computerprogramm hierfür.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur rechnergesteuerten Anzeige einer Geschwindigkeitsinformation, die die Bewegungsgeschwindigkeit eines beweglichen realen Objektes gegenüber seiner Umgebung repräsentiert, mittels eines Bildanzeigegeräts gemäß dem Anspruch 1. Die Erfindung betrifft außerdem eine Einrichtung zur rechnergesteuerten Anzeige einer Geschwindigkeitsinformation gemäß dem Anspruch 10, ein Flugobjekt mit einer solchen Einrichtung gemäß dem Anspruch 13 sowie ein Computerprogramm hierfür gemäß dem Anspruch 14.

[0002] Eine rechnergesteuerte Anzeige von Geschwindigkeitsinformationen kann bei diversen technischen Einrichtungen für die Bedienung und Steuerung sehr hilfreich sein. Insbesondere bei technischen Einrichtungen, deren Steuerung relativ komplex ist und dementsprechend hohe Anforderungen an eine Bedienperson stellt, besteht ein Bedarf an einer eingängigen und intuitiv erfassbaren Anzeige von Geschwindigkeitsinformationen. Dies gilt beispielsweise für Landfahrzeuge, Wasserfahrzeuge, Unterwasserfahrzeuge und ganz besonders für Luftfahrzeuge bzw. Flugobjekte jeder Art. Hierbei stellt insbesondere die Steuerung von Hubschraubern ohnehin schon hohe Anforderungen an den Piloten. Daher werden nachfolgend die Erfindung und ihre Vorteile vorwiegend am Beispiel der Steuerung von Hubschraubern erläutert, was aber die allgemeine Nutzbarkeit der Erfindung für andere Objekte wie z.B. die zuvor erwähnten Fahrzeuge in keiner Weise einschränkt.

[0003] Eine Flugphase, die vom Hubschrauberpiloten höchste Konzentration erfordert, ist die Landung. Bei jeder Landung hat der Pilot durch geeignete Steuereingaben dafür zu sorgen, dass insbesondere die seitliche Drift des Hubschraubers unmittelbar vor dem Aufsetzen eine bestimmte Größe nicht überschreitet. Bei Nichtbeachtung dieser maximal zulässigen Querdift kann nach der ersten Berührung des Landegestells oder Fahrwerks mit dem Boden ein gefährliches Rollmoment entstehen, welches schließlich zu einem seitlichen Überschlag des Hubschraubers führen kann. Damit der Pilot die Querdift im Moment des Aufsetzens beurteilen und durch Steuereingaben kompensieren kann, ist eine möglichst uneingeschränkte visuelle Erfassung der unmittelbaren Umgebung des Hubschraubers erforderlich. Bei Landungen, in denen durch aufgewirbelten Sand, Staub oder Schnee die visuelle Erfassung der Umgebung eingeschränkt wird, kommt es immer wieder zu gefährlichen Situationen und auch zu Unfällen. Insbesondere kurz vor dem Aufsetzen des Hubschraubers auf einer Landefläche kann es in sand- bzw. schneereichen Gebieten vorkommen, dass das gesamte Außensichtfeld nicht mehr erkennbar ist und damit die

visuelle Lageerfassung und Beurteilung der Querdift dem Piloten nicht mehr möglich ist.

[0004] Zur Verbesserung dieser Situation wird z.B. in der DE 10 2007 014 015 A1 vorgeschlagen, die Geschwindigkeit des Helikopters über Grund in einer Art virtuellen zweidimensionalen Draufsicht auf den Landeplatz mit Hilfe eines Drift-Indikators darzustellen, welcher mit einem virtuellen Gummiband mit dem Mittelpunkt der Schwebeflug-Symbolik verbunden ist. Über zwei konzentrische Kreise wird eine Geschwindigkeitsskalierung der Darstellung realisiert. Durch die Lage des Drift-Indikators bzw. die Länge des virtuellen Gummibands kann der Pilot zu jeder Zeit der angezeigten Information die Driftgeschwindigkeit des Hubschraubers über Grund quantitativ entnehmen.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verfahren und Einrichtungen zur rechnergesteuerten Anzeige einer Geschwindigkeitsinformation anzugeben, die einem Benutzer eine noch einfachere und intuitivere Erfassung der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts gegenüber seiner Umgebung erlauben.

[0006] Diese Aufgabe wird gemäß Anspruch 1 gelöst durch ein Verfahren zur rechnergesteuerten Anzeige einer Geschwindigkeitsinformation, die die Bewegungsgeschwindigkeit eines beweglichen realen Objekts gegenüber seiner Umgebung repräsentiert, mittels eines Bildanzeigegeräts, wobei die Anzeige der Geschwindigkeitsinformation durch Erzeugung von einem oder mehreren visuell wahrnehmbaren sich bewegenden grafischen Mustern mittels des Bildanzeigegeräts erfolgt, wobei durch das eine oder die mehreren grafischen Muster die Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts qualitativ wiedergegeben wird. Die Erfindung hat den Vorteil, dem Benutzer und insbesondere im Fall von Hubschraubern dem Piloten die für die Durchführung der erforderlichen Steuerungsaufgaben, z.B. bei einer Landung in staubreichen oder schneereichen Gegenden, erforderlichen Informationen visuell in minimalisierter Form bereitzustellen, so dass die kognitive Zusatzbelastung ebenfalls minimiert ist. Dies erfolgt durch Erzeugung von einem oder mehreren visuell wahrnehmbaren sich bewegenden graphischen Mustern, die ebenfalls einfach gehalten sein können, z.B. einfache geometrische Figuren sein können. Zudem erfolgt die Wiedergabe der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts nur qualitativ und nicht, wie im Stand der Technik, quantitativ, d.h. mit einem zahlenmäßigen Bezug zur tatsächlichen Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts. Durch psychologisch geeignete Auswahl und Anordnung der dargestellten graphischen Muster kann die kognitive Belastung weiter reduziert werden und insbesondere in den Bereich der zumindest zeitweise unbewussten Wahrnehmung eines Menschen verlegt werden. Hierdurch wird es

möglich, dass der Benutzer, z.B. der Pilot, sich zur intuitiven Wahrnehmung der dargestellten Geschwindigkeitsinformation nicht auf ein bestimmtes dargestelltes Element bzw. grafisches Muster konzentrieren muss, z.B. im Unterschied zu dem Drift-Indikator der DE 10 2007 014 015 A1, der vom Piloten konkret beobachtet werden muss, um die gewünschte Information über die Driftgeschwindigkeit zu erhalten. Vielmehr kann die Geschwindigkeitsinformation dem Benutzer oder Piloten sozusagen „nebenbei“ vermittelt werden.

[0007] Ein weiterer Vorteil der Erfindung im Anwendungsfall der Führung von Luftfahrzeugen ist, dass sich wetter- oder atmosphärisch-bedingte Einschränkungen der natürlichen Außensicht mit Hilfe der rechnergesteuerten Anzeige der Geschwindigkeitsinformation und ggf. der visuell-konformen Darstellung kompensieren lassen. Es wird damit z.B. möglich, auf wesentlich einfachere Weise Hubschrauberflüge unter reduzierter Sicht durchzuführen. Insbesondere kann nun in einfacherer und sicherer Weise eine Landung bei aufgewirbeltem Staub, Sand oder Schnee durchgeführt werden.

[0008] Die erfindungsgemäße Art der Anzeige einer qualitativen Geschwindigkeitsdarstellung ist insbesondere dann hilfreich einzusetzen, wenn die zugrundeliegende Regelaufgabe es erfordert, eine Geschwindigkeit oder Geschwindigkeitsdifferenz ausreichend klein zu halten. Genau dieser Anwendungsfall liegt z.B. bei einer Hubschrauberlandung vor. Ähnlich wie mit der Libelle einer Wasserwaage ein Gegenstand waagerecht ausgerichtet werden kann, ohne dass eine quantitative/zahlenmäßige Information über einen Abweichungswinkel von der Waagerechten vorliegt, aber dennoch kleine Abweichungen von der Waagerechten intuitiv damit erfasst werden können, bietet die vorliegende Erfindung durch die qualitative Wiedergabe der Bewegungsgeschwindigkeit mittels des einen oder der mehreren sich bewegenden grafischen Muster ebenfalls die Möglichkeit, ohne die Notwendigkeit der Erfassung komplexer Daten auf ein bestimmtes Ziel hin zu steuern oder zu regeln, nämlich bei einem Hubschrauber eine Driftgeschwindigkeit von Null zu erreichen.

[0009] Aber auch bei Anwendungsfällen, bei denen die Geschwindigkeitsregelaufgabe darin besteht, dass eine bestimmte von Null verschiedene Geschwindigkeit möglichst gut einzuhalten ist, kann die Erfindung eingesetzt werden. Die Eingangsgröße des erfindungsgemäßen Verfahrens, die Geschwindigkeitsinformation, wird dann als Differenzwert zwischen Soll-Geschwindigkeit und Ist-Geschwindigkeit zugeführt.

[0010] Generell kann bei der Erfindung die Geschwindigkeitsinformation über Sensoren ermittelt werden und dem Verfahren bzw. der nachfolgend

noch erläuterten Einrichtung z.B. über eine Datenschnittstelle zugeführt werden. Es kann z.B. die tatsächliche Geschwindigkeit (Ist-Geschwindigkeit) als Geschwindigkeitsinformation zugeführt werden, oder wie zuvor erwähnt, eine Differenzgeschwindigkeit, die als Differenz zwischen der Ist-Geschwindigkeit und einer Soll-Geschwindigkeit bestimmt wird.

[0011] Das Bildanzeigegerät kann als ein beliebiges, derzeit verfügbares oder zukünftig zu entwickelndes technisches Bildanzeigegerät sein, wie z.B. ein Monitor, ein Flachbildschirm bzw. ein Display jeglicher Art oder ein Projektor, z.B. ein Beamer, ein Virtual Reality Display, ein Augmented Reality Display, ein teildurchsichtiges Spiegeldisplay, ein Laserprojektor, ein Virtual Retinal Display. Das Bildanzeigegerät kann z.B. in Form eines Head-up-Display oder Helmet-Mounted-Display ausgebildet sein. Solche Bildanzeigegeräte verfügen über einen Bildanzeigebereich, innerhalb dessen eine Darstellung von Bilddaten möglich ist. Die Darstellung der Bilddaten erfolgt auf einer Bildanzeigefläche. Bei Bildanzeigegeräten nach dem Projektionsprinzip kann die Bildanzeigefläche eine Projektionsfläche sein, die nicht Teil des Bildanzeigegeräts ist. Bei allen anderen Bildanzeigegeräten ist die Bildanzeigefläche Teil des Bildanzeigegeräts, z.B. in Form eines LCD-Displays.

[0012] Ist als Bildanzeigegerät ein Helmet-Mounted-Display (HMD) vorgesehen, ist es vorteilhaft, bei einem solchen System einen halbdurchlässigen Spiegel vorzusehen, der vor den Augen des Betrachters ein rechner-generiertes Bild projiziert. Durch geeignete optische Elemente zwischen dem Projektor des Bildanzeigegeräts und dem Auge des Betrachters kann dafür gesorgt werden, dass die Fokusebene des dargestellten Bildes einer Adaption des Auges auf die Ferne, z.B. einem Abstandsbereich von größer 20 Metern entspricht. Auf der Netzhaut im Auge des Betrachters erscheint damit das Abbild der realen Außensicht ebenso scharf wie die überlagerte rechner-generierte Bilddarstellung.

[0013] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden das oder die sich bewegenden grafischen Muster in einer eindimensionalen Bewegung im Bildanzeigebereich des Bildanzeigegeräts bewegt. Dies verbessert die einfache und intuitive Erfassbarkeit der mitgeteilten qualitativen Geschwindigkeitsinformation weiter und entlastet damit den Benutzer zusätzlich.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden das oder die grafischen Muster zusammen mit einem Bereich der realen Umgebung des beweglichen realen Objekts visualisiert. Dabei führen das oder die grafischen Muster eine Bewegung relativ zur Visualisierung der realen Umgebung aus. Auf der Bildanzeigefläche bewegen sich somit die grafischen Muster relativ zu Objekten der darge-

stellten Umgebung. Die gleichzeitige Darstellung eines Bereichs der realen Umgebung des beweglichen Objekts zusammen mit dem oder den grafischen Mustern hat den Vorteil, dass der Benutzer zur Wahrnehmung der durch die grafischen Muster wiedergegebenen Geschwindigkeitsinformation den Blick nicht von der realen Umgebung abwenden muss. Ein ständiges Hin- und Herbewegen sowie ein Umfokussieren der Augen wird dadurch vermieden, was es dem Benutzer, insbesondere dem in einer Landesituation befindlichen Hubschrauberpiloten, wesentlich einfacher macht, seine Steuerungsaufgaben konzentriert durchzuführen.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden das oder die grafischen Muster zusammen mit einem Bereich der realen Umgebung des beweglichen Objekts in einer visuell-konformen Darstellung visualisiert. Als visuell-konforme Darstellung bezeichnet man eine Wiedergabe, welche deckungsgleich mit der realen Außensicht ist und einer Kopfbewegung des Betrachters folgt. Dies kann z.B. durch Erfassen der Kopfbewegung des Betrachters, z.B. mittels eines Headtrackers, erfolgen. Hierbei kann die Orientierung der Sichtachse des Betrachters bei der Generierung der durch das Bildanzeigegerät dargestellten Bilder berücksichtigt werden. Durch die Darstellung auch des oder der grafischen Muster in der visuell-konformen Darstellung können diese relativ zur visualisierten Umgebung so wiedergegeben werden, dass sie sich demgegenüber nicht bewegen und sozusagen an bestimmten Objekten der realen Umgebung festzukleben scheinen. Im Falle eines Luftfahrzeugs kann zusätzlich zur Kopfbewegung auch die Position und Orientierung des Luftfahrzeugs berücksichtigt werden, z.B. durch Berücksichtigung von Daten eines Navigationssystems und/oder eines Inertialsensorsystems. Sofern in Kombination hiermit eine Bewegung des oder der grafischen Muster relativ zur Visualisierung der realen Umgebung erfolgen soll, kann dies z.B. dadurch realisiert werden, dass das oder die grafischen Muster entlang bestimmter Linien oder Kanten, die sich in der visualisierten Umgebung abzeichnen, bewegt werden, z.B. in Form einer eindimensionalen Bewegung entlang des Horizonts oder entlang einer Begrenzungskante der Landefläche des Luftfahrzeugs.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird zumindest ein Parameter der Bewegung des oder der grafischen Muster in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts gegenüber der Umgebung bestimmt. Als Parameter der Bewegung des oder der grafischen Muster kann insbesondere deren Geschwindigkeit, mit der sie über die Bildanzeigefläche bewegt werden, wie erwähnt bestimmt werden. So kann z.B. bei großer Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts das grafische Muster schneller über die Bildanzeigefläche be-

wegt werden als bei einer geringen Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts. Ist die Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts, z.B. im Falle einer Hubschrauberlandung die unerwünschte Querdriiftgeschwindigkeit, auf etwa den Wert null oder zumindest auf einen Wert unterhalb eines kritischen Grenzwerts eingeregelt, so kann die Bewegung des oder grafischen Muster auf der Bildanzeigefläche auch beendet werden, d.h. das Muster wird gestoppt und verbleibt an der zuletzt dargestellten Position der Bildanzeigefläche.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird die Geschwindigkeit der Bewegung des oder der grafischen Muster vorzeichenrichtig abhängig von der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts gegenüber der Umgebung bestimmt. Dies führt zu weiteren Verbesserungen bei der intuitiven Erfassbarkeit der dargestellten Bewegungsgeschwindigkeit. Hierdurch kann beispielsweise nur eine Bewegungstendenz des realen Objekts visualisiert werden, d.h. die zugeführte Geschwindigkeitsinformation wird in der qualitativen Darstellung z.B. auf eine links/rechts-Information oder vorwärts/rückwärts-Information reduziert. Die Umrechnung der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts in die Geschwindigkeit der Bewegung des oder der grafischen Muster auf der Bildanzeigefläche kann mittels einer linearen oder einer nicht-linearen Beziehung erfolgen, wobei hierbei die Geschwindigkeitsinformation bei der Umrechnung in die Geschwindigkeit der Bewegung des oder der grafischen Muster verstärkt oder abgeschwächt werden kann. Die Zuordnung zwischen der Geschwindigkeitsinformation und der Geschwindigkeit der Bewegung des oder der grafischen Muster kann grundsätzlich nach jeder beliebigen Funktion oder Relation erfolgen, auch in Form von stückweise linear oder nicht-linear definierten Funktionen und/oder Relationen.

[0018] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird zumindest ein Parameter der Bewegung des oder der grafischen Muster stufenlos oder in vorbestimmten Stufen variiert. So kann z.B. die Geschwindigkeit der Bewegung des oder grafischen Muster in bestimmten Stufen variiert werden, z.B. den drei Stufen „keine Bewegung“, „langsame Bewegung“, „schnelle Bewegung“. Die genauen Werte für die Geschwindigkeit der Bewegung sind je nach technischer Ausgestaltung der verwendeten Geräte, insbesondere des Bildanzeigegeräts, festzulegen, so dass es nicht zu unerwünschten Interferenzeffekten z.B. mit der Bildwiedergaberate des Bildanzeigegeräts kommt. Auch bei stufenloser Variation der Geschwindigkeit der Bewegung des oder der grafischen Muster ist durch geeignete Auswahl von Grenzwerten unerwünschten Interferenzerscheinungen vorzubeugen.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der zumindest eine Parameter der Bewegung des oder der grafischen Muster in Abhängigkeit von einem oder mehreren durch Sensoren ermittelten weiteren Parametern, d.h. neben dem bereits genannten einen Parameter, des beweglichen realen Objekts bestimmt und/oder variiert wird. Als weitere Parameter zur Beeinflussung der Bewegung des oder der grafischen Muster kann z.B. der Abstand des beweglichen realen Objekts von anderen Objekten oder Gegenständen oder, im Falle eines Flugobjekts, die Flughöhe herangezogen werden. So kann z.B. der Grad der Verstärkung oder Abschwächung bei der Umrechnung der Geschwindigkeitsinformation in die Geschwindigkeit der Bewegung des oder der grafischen Muster von einem oder mehreren solcher Parameter abhängig gemacht werden. Dies erlaubt eine sehr flexible Anpassung der Art der Darstellung der Geschwindigkeitsinformation je nach Betriebssituation des beweglichen realen Objekts, z.B. je nach Flugsituation des Hubschraubers.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden das oder die bewegten grafischen Muster im äußeren Randbereich des Bildanzeigebereichs des Bildanzeigegeräts dargestellt. Dies hat den Vorteil, dass der von einem Betrachter intuitiv hauptsächlich wahrgenommene Zentralbereich des Bildanzeigebereichs nicht durch die grafischen Muster belegt werden muss und dementsprechend dort andere Informationen oder, insbesondere bei einer visuell-konformen Darstellung, ein Bereich der realen Umgebung dargestellt werden können. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch das Verlegen des oder der grafischen Muster in den Randbereich die durch die Muster dargestellte Information über die Ebene der zumindest zeitweise unbewussten Wahrnehmung eines Menschen diesem zugeführt werden kann. Durch Erweiterung des Informationstransfers von der bewussten Wahrnehmung auf die Ebene einer zeitweise unbewussten Wahrnehmung lässt sich die Informationsbandbreite der bewussten visuellen Information reduzieren, womit sich gleichzeitig eine Entlastung des bewussten visuellen Kanals ergibt. Auf diese Weise können das oder die bewegten grafischen Muster im peripheren Sichtfeld der Bildanzeigefläche und damit im peripheren Sichtfeld eines Betrachters wiedergegeben werden.

[0021] Die Geschwindigkeitsinformation kann den Betrag der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts z.B. als skalare Größe repräsentieren.

[0022] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden eine oder mehrere der folgenden Geschwindigkeitskomponenten der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts mittels des oder der grafischen Muster angezeigt: Längsgeschwindigkeit, Lateralgeschwindigkeit, Vertikalge-

schwindigkeit. Die Längsgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeitskomponente in Längsrichtung (Längsachse) des beweglichen realen Objekts, die Lateralgeschwindigkeit die Geschwindigkeitskomponente in Querrichtung (Querachse) und die Vertikalgeschwindigkeit in Richtung der Hochachse. Auf diese Weise kann die dargestellte Geschwindigkeitsinformation weiter vereinfacht und entzerrt werden und insbesondere auf eine in der Praxis konkret relevante Geschwindigkeitskomponente beschränkt werden, wie z.B. im Falle der Hubschrauberlandung auf die Lateralgeschwindigkeit. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird das Verfahren zur rechnergesteuerten Anzeige mehrerer Geschwindigkeitsinformationen eingesetzt, die jeweilige Geschwindigkeitskomponenten der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts sind. So kann z.B. durch horizontal auf der Bildanzeigefläche bewegte grafische Muster die Lateralgeschwindigkeit angezeigt werden und durch vertikal bewegte grafische Muster die Längs- oder Vertikalgeschwindigkeit.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind eines, mehrere oder alle der grafischen Muster aus der Menge folgender Muster ausgewählt:

- a) periodische Muster,
- b) nicht-periodische Muster,
- c) Zufallsmuster,
- d) Texturen,
- e) Oberflächenmuster von Naturobjekten,
- f) strichlinierte Muster,
- g) Balkenmuster,
- h) Rechteckmuster.

[0024] Zur Darstellung unterschiedlicher Geschwindigkeitsinformationen bzw. unterschiedlicher Komponenten der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts können hieraus gleichartige Muster oder unterschiedliche Arten von Mustern ausgewählt werden, z.B. ein strichliniertes Muster für die Darstellung der Lateralgeschwindigkeit und ein Zufallsmuster für die Darstellung der Längsgeschwindigkeit. Dies vereinfacht die intuitive Unterscheidung der dargestellten Informationen ohne hohen kognitiven Aufwand für den Betrachter.

[0025] Die Erfindung betrifft gemäß Anspruch 10 ferner eine Einrichtung zur rechnergesteuerten Anzeige einer Geschwindigkeitsinformation, die die Bewegungsgeschwindigkeit eines beweglichen realen Objekts gegenüber seiner Umgebung repräsentiert, mittels eines Bildanzeigegeräts, wobei der Einrichtung die Geschwindigkeitsinformation zugeführt ist, wobei die Einrichtung zur Anzeige der Geschwindigkeitsinformation gemäß einem Verfahren der zuvor genannten Art eingerichtet ist. Durch eine solche Einrichtung können ebenfalls die zuvor erläuterten Vorteile erzielt werden. Die Einrichtung kann z.B. das Bildanzeigegerät und ggf. weitere Komponenten aufweisen, wie

z.B. einen Headtracker. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Einrichtung wenigstens einen Headtracker oder eine Schnittstelle zu einem Headtracker auf und ist zur visuell-konformen Ausgabe grafischer Informationen auf dem Bildanzeigegerät eingerichtet.

[0026] Die eingangs genannte Aufgabe wird ferner gemäß Anspruch 13 gelöst durch ein Flugobjekt, insbesondere ein Luftfahrzeug, mit einer Einrichtung der zuvor beschriebenen Art. Hierbei kann insbesondere bei bemannten Flugobjekten das Bildanzeigegerät in dem Flugobjekt mitgeführt werden. Das Bildanzeigegerät kann z.B. im Bereich des Instrumentenpanels angeordnet werden oder, insbesondere bei visuell-konformer Darstellung, in Form eines Head-up-Displays oder eines Helmet-Mounted-Displays ausgebildet sein. Das Flugobjekt kann insbesondere als Hubschrauber ausgebildet sein.

[0027] Die eingangs genannte Aufgabe wird ferner gemäß Anspruch 14 gelöst durch ein Computerprogramm mit Programmcodemitteln, eingerichtet zur Durchführung des Verfahrens der zuvor beschriebenen Art, wenn das Computerprogramm auf einem Rechner ausgeführt wird.

[0028] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Verwendung von Zeichnungen näher erläutert.

[0029] Es zeigen

[0030] Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau eines Helmet-Mounted-Display und

[0031] Fig. 2 eine Ausführungsform der rechnergesteuerten Anzeige eines Bereichs der realen Umgebung des beweglichen Objekts mittels eines Bildanzeigegeräts in einer visuell-konformen Darstellung und

[0032] Fig. 3 die Darstellung gemäß Fig. 2, ergänzt um eine rechnergesteuerte Anzeige einer Geschwindigkeitsinformation mittels sich bewegender grafischer Muster und

[0033] Fig. 4 eine Bilddarstellung gemäß den Fig. 2 und Fig. 3 mit zusätzlich ergänzten Elementen der realen Umgebung.

[0034] In den Figuren werden gleiche Bezugszeichen für einander entsprechende Elemente verwendet.

[0035] Die Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines sogenannten Helmet-Mounted-Displays, das insbesondere für den Fall einer Hubschrauber-Steuerung vorteilhaft als Bildanzeigegerät für eine Realisierung der Erfindung genutzt werden kann. Ein Hub-

schrauberpilot ist beim heutigen technischen Stand häufig ohnehin mit einem solchen HMD ausgerüstet, so dass für eine Realisierung der Erfindung nur wenige Ergänzungen notwendig sind, wie z.B. eine Erweiterung des Computerprogramms eines Rechners, z.B. eines Grafik-Computers.

[0036] Bei dem HMD gemäß Fig. 1 wird dem Anwender mittels eines optoelektronischen Projektors 1 ein Rechner- bzw. Computer-generiertes grafisches Bild auf einen halbdurchlässigen Spiegel 2 projiziert. Das Auge des Anwenders erfasst die Außensicht, d.h. zumindest einen Bereich 3 der realen Umgebung des beweglichen Objekts, in diesem Fall eines Hubschraubers. In der für den Anwender sichtbaren Darstellung sind der Außensicht die projizierten Elemente des computergenerierten Bildes überlagert. Durch geeignete optische Elemente, z.B. einen Kollimator, zwischen dem Auge des Anwenders und dem halbdurchlässigen Spiegel 2 wird dafür gesorgt, dass die Adaption des Auges auf das projizierte Bild der Adaption für die „Ferne“ entspricht und damit beide Informationen mit gleicher Abbildungsschärfe auf der Netzhaut des Anwenders abgebildet werden.

[0037] Die Orientierung des Kopfes des Anwenders relativ zum beweglichen realen Objekt wird durch ein am Helm befestigtes Element 4a erfasst. Dieses arbeitet mit einem in der Umgebung des Helms fest montierten Element 4b zusammen. Die Elemente 4a, 4b bilden zusammen einen sogenannten Headtracker. Für die technische Realisierung solcher Headtracker gibt es bereits Vorschläge für mechanische, magnetische, optische und akustische Realisierungen, die jeweils für eine Realisierung der vorliegenden Erfindung geeignet sind. Die vom Headtracker 4a, 4b gemessenen Raumwinkel des Helms relativ zur unmittelbaren Umgebung werden in einer Helmsteuereinheit 5 erfasst. Die Helmsteuereinheit 5 überträgt die Helmorientierung an einen daran angeschlossenen Grafik-Computer 6. Dieser dient als zentraler Rechner zur rechnergesteuerten Anzeige der Geschwindigkeitsinformation sowie weiterer Informationen, wie z.B. weitere in das HMD eingeblendete Bilder. Die Helmsteuereinheit 5 empfängt die im Grafik-Computer 6 erzeugten Bilddaten und bereitet diese so auf, dass diese mittels des Projektors 1 projiziert werden können und das gewünschte Bild ergeben.

[0038] Damit die Bilderzeugung im Grafik-Computer 6 in der Lage ist, die Bewegung des beweglichen realen Objekts (3D-Winkel und 3D-Position) visuell-konform zu folgen, werden über eine Schnittstelle zum realen beweglichen Objekt 7, z.B. zu einem zentralen Bordrechner, die relevanten Betriebsdaten an den Grafik-Computer 6 übermittelt, z.B. Flugzustandsdaten wie Position, Geschwindigkeit, Lage, Höhe usw.

[0039] Informationen mit den Parametern möglicher Landeplätze, wie Position, Höhe, Orientierung, gewünschte Anflugrichtung usw., werden über eine lokale bordseitige Datenbank 8 bereitgehalten. Ergänzend können auch bordseitig montierte abbildende Sensoren, Kameras, optische oder Millimeterwellenbasierte Radarsysteme kurzfristige Erfassungsdaten von potenziellen Landeplätzen in dieser Datenbank zur Verfügung stellen. Die zugeführten Daten werden im Grafik-Computer 6 verarbeitet zu einer visuell-konformen Darstellung der erzeugten Bilddaten. Hierbei können z.B. bestimmte Elemente oder Objekte in der Umgebung, z.B. die Ränder eines Landplatzes, durch den Grafik-Computer mit besonderen Markierungen in der Bilddarstellung versehen werden.

[0040] Die Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform des vorgeschlagenen visuell-konformen Displays zunächst ohne die Darstellung der Geschwindigkeitsinformation. Dabei wird die Horizontlinie 10 in gestrichelter Form (z.B. 5 Grad Intervalle) über die gesamte Bildanzeigefläche dargestellt. Im unteren Teil der Bildanzeigefläche wird der virtuelle Landeplatz in Form eines perspektivisch abgebildeten teilweise wiedergegebenen Rechtecks dargestellt. Die seitlichen Ränder des Landeplatzes werden durch die Linien 11a und 11b dargestellt. Die vordere Berandung des Landeplatzes wird durch die Linien 12a und 12b dargestellt. 12c zeigt eine Lücke zwischen den Linien 12a und 12b, die zusätzlich durch zwei senkrechte, nach unten weisende Markierungen verdeutlicht wird. Entlang der Linien 12a und 12b bewegt sich eine Markierung 15, welche die seitliche Ablage des Helikopters von der Mitte des Landeplatzes darstellt. Zwei weitere Markierungen 14a und 14b stellen die Längsablage des Helikopters von der Landeplatzmitte dar. Die Position dieser Markierungen ist um die halbe Längsausdehnung des Landeplatzes nach vorn verschoben. Wenn der Helikopter exakt über der Mitte des Landeplatzes schwebt, erscheinen die Markierungen 14a und 14b an der vorderen linken bzw. rechten Ecke der virtuellen Darstellung des Landeplatzes. Zur Visualisierung der Höhe des Helikopters über Grund wird eine z.B. in 10 Fuß-Schritten eingeteilte Skala 13a bis 13d über den beiden vorderen Ecken des Landeplatzes dargestellt. Der Nullpunkt dieser Höhenskala wird durch 13c bzw. 13d gebildet. Die Ablesung der Höhe des Helikopters über Grund wird an den Schnittpunkten der Horizontlinie 10 mit der Höhenskala ermöglicht. Zu weiteren Verbesserung der Präzision dieses Displays kann auch der vertikale Abstand zwischen den Augen des Piloten und dem Landgestell des Helikopters berücksichtigt werden. Dieser Höhenabstand ist am Abstand zwischen den vorderen Ecken des Landeplatzes und dem Nullpunkt der Höhenskala zu sehen.

[0041] Die Fig. 3 zeigt eine um die erfindungsgemäße rechnergesteuerte Anzeige von Geschwindigkeitsinformationen veränderte Darstellung gemäß

Fig. 2. Zur Wiedergabe von Geschwindigkeitsinformationen wird die Berandung des virtuellen Landeplatzes, die gemäß Fig. 2 aus den Linien 11a, 11b, 12a, 12b bestand, nun durch eine strichlinierte Berandung mit den Linien 16a, 16b, 17 ersetzt. Um über die strichlinierte Darstellung der Berandung eine Geschwindigkeitsinformation gemäß der Erfindung darzustellen, werden die Linien 16a, 16b, 17 abhängig von bestimmten Komponenten der Bewegungsgeschwindigkeit des Hubschraubers auf der Bildanzeigefläche bewegt. Hierbei wandern die Strichmuster der Linien 16a, 16b je nach Längsgeschwindigkeit des Hubschraubers vor oder zurück (in perspektivischer Ansicht). Das Strichmuster der Linie 17 wandert je nach Lateralgeschwindigkeit nach links oder rechts. Hierbei bleiben die Linien 16a, 16b, 17 aber insgesamt an ihrer jeweiligen Position. Der Pilot des Hubschraubers kann anhand der Richtung und Geschwindigkeit der Bewegungen der durch die strichlinierten Begrenzungen geschaffenen sich bewegendem graphischen Muster gut erfassen, ob seine Fluggeschwindigkeit, insbesondere die Lateralgeschwindigkeit, klein genug ist, bevor er den Helikopter auf dem Landeplatz aufsetzt.

[0042] Zur „Hover-Unterstützung“ kann dieses Display ebenfalls genutzt werden. Die Fig. 4 zeigt die Überlagerung des beschriebenen Display-Formats gemäß Fig. 3 mit der realen Umgebung, so wie es der Pilot beim Blick durch das HMD wahrnimmt. Von der realen Umgebung sind z. B. die Horizontlinie mit Gebirgszügen 20, eine Landebahn 21 und Landebahnmarkierungen 22 dargestellt. Es ist gut zu sehen, dass die Durchsichtigkeit des Displays aufgrund der Verwendung weniger grafischer Elemente nur minimal gestört wird. Unerwartet auftauchende Objekte in der Außensicht sind somit schnell erfassbar. Aufgrund der Konformität des Displays erscheinen alle Elemente unabhängig von der Bewegung des Helikopters und unabhängig von der Bewegung des Helms immer an der gleichen Stelle der Außensicht.

[0043] Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Darstellung der Geschwindigkeit relativ zum Boden durch bewegte Muster. Um eine gute „Durchsichtigkeit“ des Displays zu gewährleisten, sollten die sich bewegendem grafischen Muster nur an den Stellen im Display dargestellt werden, an denen ohnehin bereits eine Linie erscheint. In der hier vorgeschlagenen Ausführungsform werden daher die Ränder des visuell-konform dargestellten Landeplatzes durch gestrichelte Linien dargestellt. Die Helikopterposition relativ zu den Rändern des Landeplatzes ist damit weiterhin uneingeschränkt ablesbar. Dabei wird durch eine Markierung an der Vorderkante des Landeplatzes die seitliche Abweichung von der Mitte des Landeplatzes dargestellt. Die Längsabweichung von der Landeplatzmitte wird durch jeweils eine Markierung am linken bzw. am rechten Rand des Landeplatzes dargestellt.

[0044] Die Längsgeschwindigkeit des Hubschraubers im Koordinatensystem des Landeplatzes wird durch die Bewegung des Linienmusters **16a**, **16b** am linken und rechten Rand des Landeplatzes visualisiert. Die Quergeschwindigkeit des Helikopters im Koordinatensystem des Landeplatzes wird durch die Bewegung des Linienmusters **17** am vorderen Rand des Landeplatzes visualisiert. Die dargestellten Bewegungen dieser Muster können durch eine nichtlineare aber vorzeichentreue Skalierung (z.B. Arcus-Tangens-Funktion oder Wurzel-Funktion) der Geschwindigkeiten skaliert werden. Damit sind sowohl Geschwindigkeiten von einigen ± 10 m/s bis hin zu $\pm 0,1$ m/s darstellbar.

[0045] Diese Art der Anzeige einer qualitativen Geschwindigkeitsdarstellung ist insbesondere dann hilfreich einzusetzen, wenn die zu Grunde liegende Regelaufgabe allein darin besteht, eine Geschwindigkeit ausreichend klein zu halten.

[0046] Weitere Anwendungsgebiete sind z.B. die Gestaltung einer perspektivischen Führungsanzeige z.B. für ein Fahrzeug oder ein rollendes Flugzeug auf einem Flughafen, womit die Vorgabe einer Soll-Geschwindigkeit kontrolliert werden kann. Hierfür kann als sich bewegendes grafisches Muster z.B. in einer visuell-konformen Darstellung auf dem voraus liegenden Teil der Fahrbahn eine überlagerte gestrichelte Linie dargestellt werden, deren Strich-Muster sich bei der Unterschreitung der Soll-Geschwindigkeit vom Betrachter entfernt oder bei Überschreitung auf ihn zu bewegt. Ist die Soll-Geschwindigkeit genau eingehalten, kann das Strichmuster nicht bewegt werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102007014015 A1 [0004, 0006]

Patentansprüche

1. Verfahren zur rechnergesteuerten Anzeige einer Geschwindigkeitsinformation, die die Bewegungsgeschwindigkeit eines beweglichen realen Objekts (7) gegenüber seiner Umgebung repräsentiert, mittels eines Bildanzeigegeräts (1, 2), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzeige der Geschwindigkeitsinformation durch Erzeugung von einem oder mehreren visuell wahrnehmbaren sich bewegenden grafischen Mustern (16a, 16b, 17) mittels des Bildanzeigegeräts (1, 2) erfolgt, wobei durch das eine oder die mehreren grafischen Muster (16a, 16b, 17) die Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts (7) qualitativ wiedergegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das oder die grafischen Muster (16a, 16b, 17) zusammen mit einem Bereich (3) der realen Umgebung des beweglichen realen Objekts (7) visualisiert werden und dabei das oder die grafischen Muster (16a, 16b, 17) eine Bewegung relativ zur Visualisierung der realen Umgebung ausführen.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das oder die grafischen Muster (16a, 16b, 17) zusammen mit einem Bereich (3) der realen Umgebung des beweglichen realen Objekts (7) in einer visuell-konformen Darstellung visualisiert werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Parameter der Bewegung des oder der grafischen Muster (16a, 16b, 17) in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts (7) gegenüber der Umgebung bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Parameter der Bewegung des oder der grafischen Muster (16a, 16b, 17) stufenlos oder in vorbestimmten Stufen variiert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine Parameter der Bewegung des oder der grafischen Muster (16a, 16b, 17) in Abhängigkeit von einem oder mehreren durch Sensoren ermittelten weiteren Parametern des beweglichen realen Objekts (7) bestimmt und/oder variiert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das oder die bewegten grafischen Muster (16a, 16b, 17) im äußeren Randbereich der Bildanzeigebereichs des Bildanzeigegeräts (1, 2) dargestellt werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine oder

mehrere der folgenden Geschwindigkeitskomponenten der Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen realen Objekts (7) mittels des oder der grafischen Muster (16a, 16b, 17) angezeigt werden: Längsgeschwindigkeit, Lateralgeschwindigkeit, Vertikalgeschwindigkeit.

9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eines, mehrere oder alle der grafischen Muster (16a, 16b, 17) aus der Menge folgender Muster ausgewählt sind:

- a) periodische Muster,
- b) nicht-periodische Muster,
- c) Zufallsmuster,
- d) Texturen,
- e) Oberflächenmuster von Naturobjekten,
- f) strichlinierte Muster,
- g) Balkenmuster,
- h) Rechteckmuster.

10. Einrichtung (5, 6) zur rechnergesteuerten Anzeige einer Geschwindigkeitsinformation, die die Bewegungsgeschwindigkeit eines beweglichen realen Objekts (7) gegenüber seiner Umgebung repräsentiert, mittels eines Bildanzeigegeräts (1, 2), wobei der Einrichtung (5, 6) die Geschwindigkeitsinformation zugeführt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung (5, 6) zur Anzeige der Geschwindigkeitsinformation gemäß einem Verfahren der vorhergehenden Ansprüche eingerichtet ist.

11. Einrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung (5, 6) das Bildanzeigegerät (1, 2) aufweist.

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einrichtung (5, 6) wenigstens einen Headtracker (4a, 4b) oder eine Schnittstelle zu einem Headtracker (4a, 4b) aufweist und zur visuell-konformen Ausgabe grafischer Informationen auf dem Bildanzeigegerät (1, 2) eingerichtet ist.

13. Bewegliches reales Objekt (7) mit einer Einrichtung (5, 6) nach einem der Ansprüche 10 bis 12.

14. Computerprogramm mit Programmcodemitteln, eingerichtet zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wenn das Computerprogramm auf einem Rechner ausgeführt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

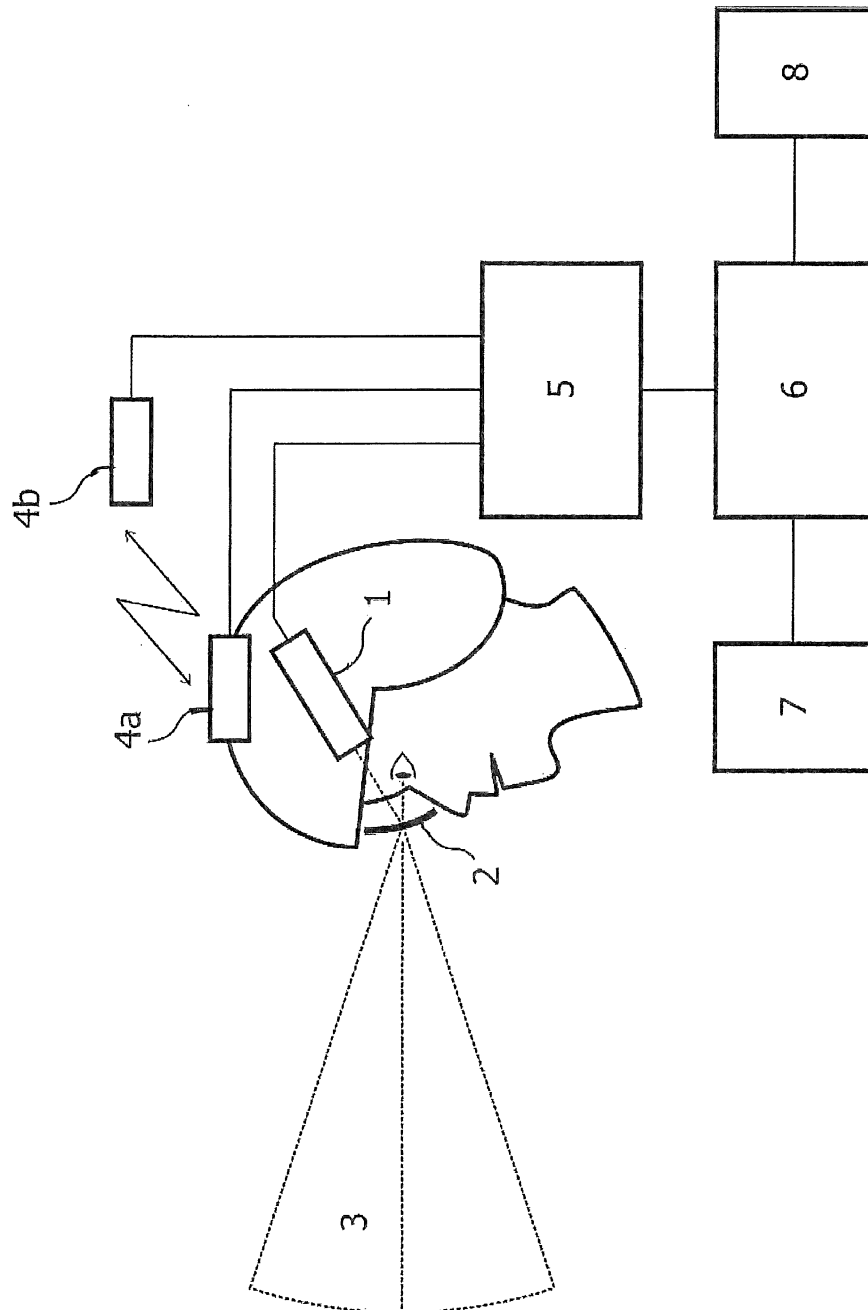


Fig. 1

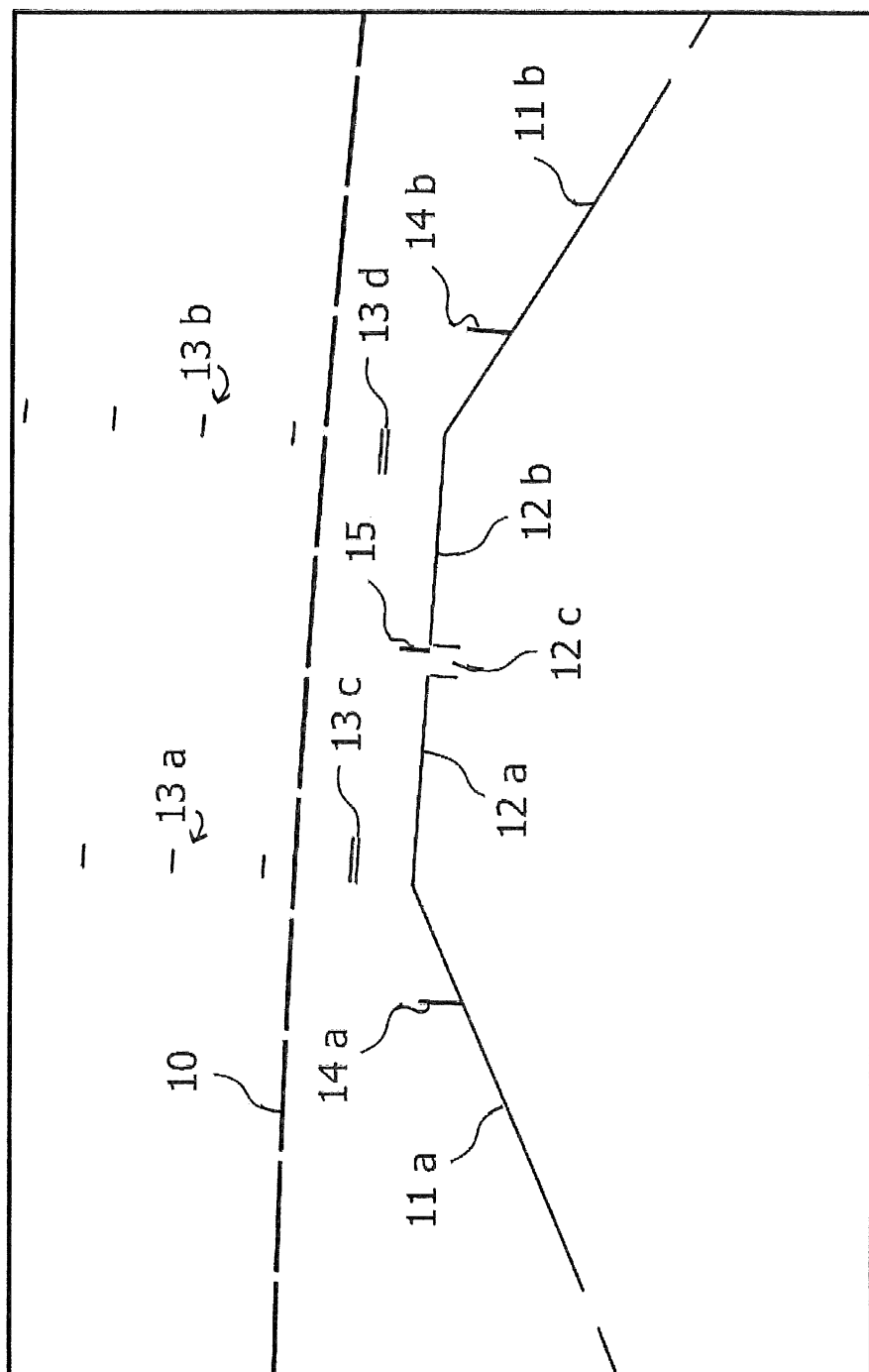


Fig. 2

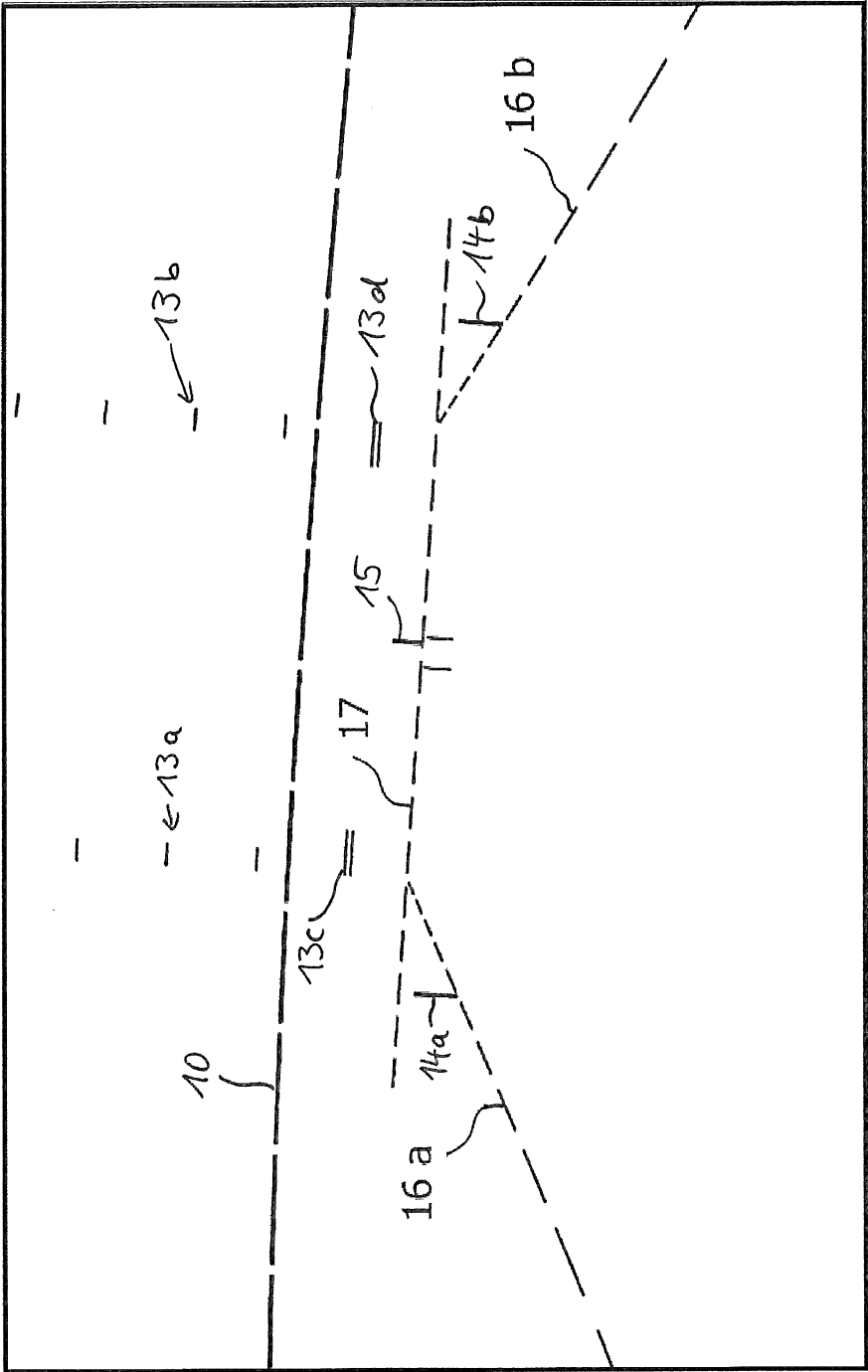


Fig. 3

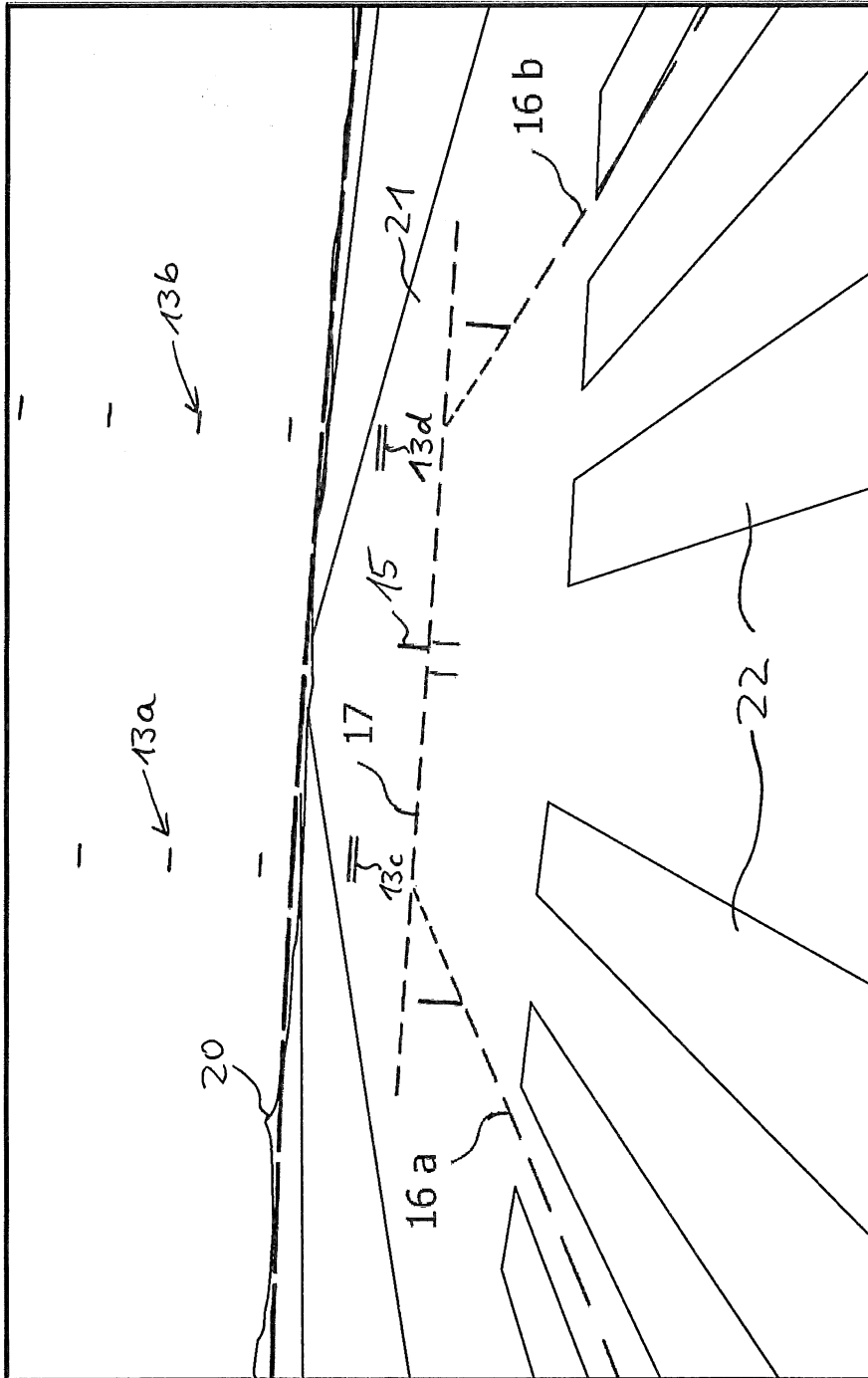


Fig. 4